COLLÈGE DE LA RETRAITE
DÉPARTEMENT DE PCT
2nd CYCLE SCIENTIFIQUE

ANNÉE SCOLAIRE : 2021/2022
CLASSES : TLE C
DURÉE : 4H COEFF : 4

MINI SESSION N° 3

EPREUVE DE PHYSIQUE THEORIQUE

Partie I : Evaluation des ressources (24 points)

Exercice 1 : Vérification des savoirs (8 points)

1) Définir les expressions suivantes : relation homogène, oscillations harmoniques. **2pts**

2) Enoncer les lois suivantes : **1,5pt**

2.1) Loi de Laplace ;

2.2) Théorème du centre d'inertie.

3) Citer deux appareils fonctionnant sous le principe de la déflexion magnétique. **1pt**

4) Répondre par vrai ou faux aux propositions suivantes : **1pt**

4.1) Dans un champ électrique uniforme, les lignes de champ sont parallèles entre elles et orientées vers le potentiel positif.

4.2) Lors de l'éclairage stroboscopique d'un disque en mouvement rapide, on observe que ce dernier tourne dans le sens rétrograde lorsque sa fréquence est inférieure à la fréquence des éclairs émis par le stroboscope.

5) Construire une phrase logique et cohérente avec les expressions suivantes : du résonateur ; la fréquence de l'excitateur ; propre ; la résonance d'amplitude ; lorsque ; est égale ; se produit ; à la fréquence. **1pt**

6) QCM. Trouver la proposition vraie : **1,5pt**

6.1) Le pendule simple est un oscillateur harmonique lorsqu'il est décrit par l'équation différentielle suivante :

i) $\ddot{\theta} + \frac{g}{L}\sin\theta = 0$; **ii)** $\ddot{\theta} + \frac{L}{g}\sin\theta = 0$; **iii)** $\ddot{\theta} + \frac{L}{g}\theta = 0$; **iv)** $\ddot{\theta} + \frac{g}{L}\theta = 0$.

6.2) Les oscillations du pendule simple et celles du pendule pesant sont dites synchrones lorsqu'elles ont :
i) la même amplitude ; **ii)** la même fréquence ; **iii)** des périodes différentes ; **iv)** la même phase initiale.

6.3) L'ion SO_4^{2-} porte :
i) un excès d'électrons ; **ii)** un excès de protons ; **iii)** un défaut de protons ; **iv)** un défaut d'électrons.

Exercice 2 : Application des savoirs (8 points)

Les parties A, B, C et D sont indépendantes.

Partie A : Mesures et incertitudes (2 points)

La force de trainée générée par l'écoulement fluide de l'air autour de l'avion a pour intensité :
$f = \frac{1}{2}\rho v^2 CS$, avec :

ρ : masse volumique de l'air ; v : vitesse d'écoulement de l'air par rapport à l'avion ; C : coefficient de trainée ; S : surface utile.

On donne : $\boldsymbol{\rho = 0,4\ kg.m^{-3}}$ à 5 %; $\boldsymbol{v = (945 \pm 5)\ km.h^{-1}}$; $\boldsymbol{C = 0,020\ USI}$; $\boldsymbol{S = (845 \pm 5)\ m^2}$.

1) Déterminer par analyse dimensionnelle, la dimension de C. **1pt**

2) Calculer l'incertitude absolue de f. **1pt**

grandprof.org

Partie B : Interaction proton-proton (2 points)

La molécule de dihydrogène est constituée de deux protons H^+, de charge et de masse, respectives $e = 1{,}6 \times 10^{-19}\ C$ et $m = 1{,}67 \times 10^{-27}\ kg$. Les deux charges ponctuelles sont séparées d'une distance $r = 75\ pm$.

1) Calculer le module des forces de gravitation et électrostatique qui s'exercent sur chaque proton. **1pt**

On donne : constante de Coulomb $k = 9 \times 10^9\ N.m^2.C^{-2}$;

constante de gravitation universelle $G = 6,67 \times 10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$

2) Représenter sur un schéma sans souci d'échelle les interactions qui s'exercent sur chaque proton. **1pt**

NB : on prendra soin de distinguer chaque type d'interaction à travers une légende.

Partie C : Phénomènes périodiques (2 points)

1) Une roue munie de quatre rayons régulièrement espacés est mise en mouvement de rotation rapide par un moteur électrique. Cette roue est éclairée par le stroboscope. La plus grande fréquence des éclairs pour laquelle la roue paraît immobile est $f_{emax} = 120\ Hz$. Déterminer la fréquence du mouvement de rotation de la roue. **1pt**

2) Deux phénomènes périodiques sont décrits par les lois horaires suivantes :

$x_1 = 10\ \cos(120\pi t + \frac{\pi}{6})$ et $x_2 = 10\ \cos(120\pi t - \frac{\pi}{6})$.

A l'aide de la construction de Fresnel, écrire la loi horaire de la fonction $x = x_1 + x_2$. **1pt**

Partie D : Oscillations d'un pendule simple (2 points)

Les graphiques représentées dans les **situations a** et **b** ci-dessous décrivent les variations de l'élongation angulaire θ d'un pendule simple à chaque instant t.

1) Décrire et interpréter les oscillations du pendule simple dans chacune de ces deux situations. **1pt**

2) Déterminer l'amplitude et la période des oscillations du pendule simple en considérant la **situation a.** **1pt**

Echelle : 1 cm correspond à 0,1 rad en ordonnée ; 1 cm correspond à 2 ms en abscisse.

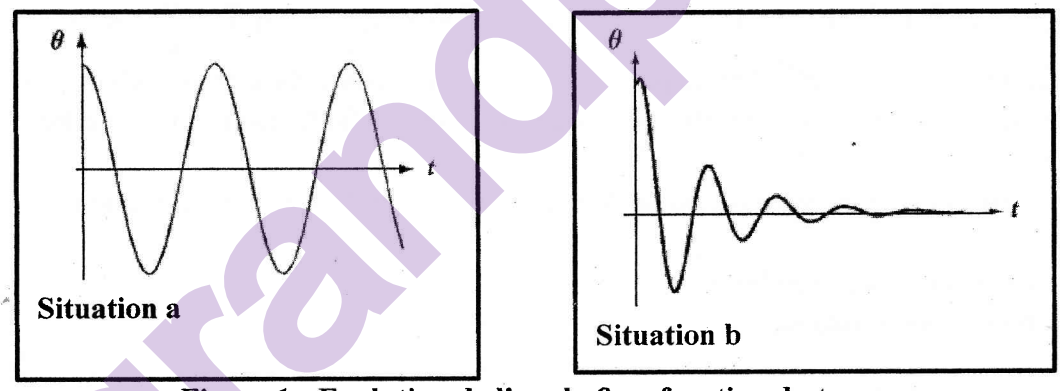


Figure 1 : Evolution de l'angle θ en fonction du temps

Exercice 3 : Utilisation des savoirs (8 points)

Les parties A et B sont indépendantes

Partie A : Mouvement de chute d'un corps en présence des frottements (4 points)

Un solide ponctuel est lâché avec une vitesse initiale $v_0 = 10\ m.s^{-1}$ à partir d'un point A situé à une altitude $h_A = 20\ m$ au-dessus du sol horizontal. La résultante des forces de frottement agissant sur le solide a pour module $f = kP$, où k désigne une constante positive et P le poids du solide. Le mouvement du centre d'inertie du solide sera étudié dans le repère $(O,\vec{k})$ orienté verticalement vers le haut. O étant au sol.

On donne : intensité de la pesanteur $g = 9,8\ m.s^{-2}$; $k = 0,2$.

grandprof.org

1) Faire un schéma en représentant les forces appliquées au solide à un instant t quelconque. **0,5pt**

2) Déterminer dans le repère $(O,\vec{k})$, la valeur algébrique de l'accélération acquise par le centre d'inertie du solide en mouvement. **1pt**

3) Ecrire les équations horaires $z = f_z(t)$ et $v_z = f_v(t)$ décrivant respectivement la position et la vitesse du centre d'inertie du solide en fonction du temps. **1pt**

4) Donner en justifiant, la nature du mouvement du solide. **0,75pt**

5) Déterminer l'instant où le solide touche le sol. **0,75pt**

Partie B : Mouvement d'un satellite (2 points)

On considère un satellite en rotation sur une orbite circulaire autour de la Terre. L'altitude du satellite est $h = 3200\ km$. On donne rayon de la Terre : $R = 6400\ km$; intensité de la pesanteur à surface de la Terre : $g_0 = 9{,}80\ m.s^{-2}$.

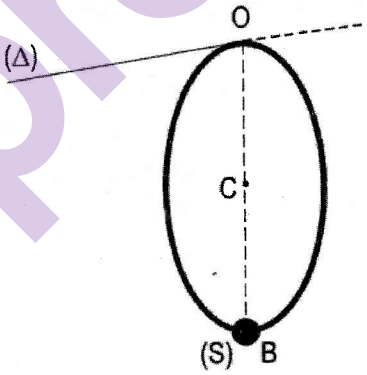
1) Calculer la vitesse de ce satellite. **0,75pt**

2) Calculer le temps nécessaire au satellite pour effectuer une révolution complète. **0,75pt**

3) Quelle devrait être l'altitude h' du satellite pour qu'il paraissent immobile à un observateur terrestre ? Le plan de l'orbite est celui de l'équateur terrestre. **0,5pt**

Partie C : Oscillations d'un pendule pesant (2 points)

On considère un disque plein, homogène, de masse M =500 g, de rayon R = 20 cm et de centre C. Le disque peut osciller, dans un plan vertical, autour d'un axe horizontal fixe (Δ), perpendiculaire à son plan et passant par un point O de sa circonférence. Au point B diamétralement opposé à O, on fixe un corps ponctuel (S), de masse $m = \frac{M}{2}$. (Voir figure ci-dessous). **On prendra g = 9,80 m.s^{-2}.**



On écarte le système d'un angle $\theta_0 = 8°$ par rapport à sa position d'équilibre verticale, puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

1) Etablir l'équation différentielle qui régit les oscillations du système. **1,25pt**

2) Ecrire la loi horaire du mouvement du centre d'inertie du système. **0,75pt**

Partie II : Evaluation des compétences (16 points)

Situation problème 1 (8 points)

Un cyclotron à fréquence fixe est un accélérateur de particules constitué par deux demi-cylindres conducteurs creux (D_1) et (D_2), les « dees », séparés par un intervalle étroit. Un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ est créé dans (D_1) et (D_2) parallèlement à l'axe des demi-cylindres. Un champ électrostatique $\vec{E}$ est créé

grandprof.org

dans l'intervalle étroit entre les « dees », perpendiculairement aux surfaces qui délimitent l'intervalle entre (D_1) et (D_2). La tension électrique établie entre les deux « dees », et qui crée le champ électrostatique, est alternative de fréquence N et de valeur maximale U_{max}. Le champ électrostatique est nul à l'intérieur des « dees ». Les particules accélérées sont des protons ; ils pénètrent en A avec une vitesse $\vec{v}_0$ orthogonale à $\vec{B}$ et à MM' (figure 2)

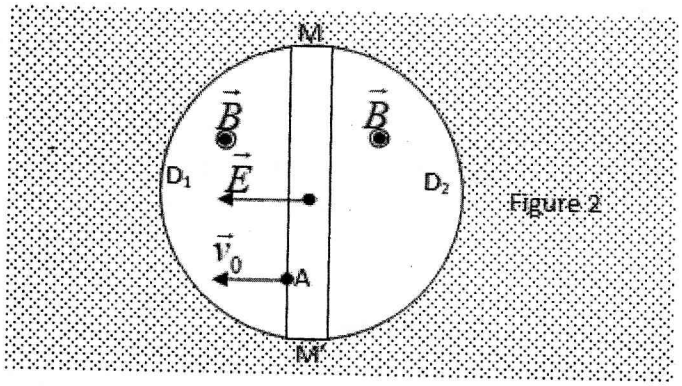


Figure 2

Le constructeur de l'appareil ci-dessus affirme qu'au bout de $n = 522\ tours$, la vitesse du proton vaut $v_n = 20000\ km.s^{-1}$ et le rayon de la trajectoire décrite par cette particule est $R_n = 21\ cm$.

On donne : B = 1,00 T ; U_{max} = 4000 V ; masse du proton : m = $1{,}67.10^{-27}$ kg ; charge du proton : e = $1{,}60.10^{-19}$ C.

<u>Hypothèse</u> : On n'admet que la vitesse v_0 des protons, quand ils pénètrent dans le cyclotron, est négligeable devant v_n.

Tâche : Confirmer ou infirmer ces informations du constructeur à propos de son cyclotron.

Situation problème 2 (8 points)

Pour identifier un corps céleste supposé à répartition sphérique de masse, les astronomes ont réalisé une expérience en utilisant un pendule simple. En faisant subir à ce pendule simple des oscillations de faibles amplitudes à la surface du corps, ils ont pu mesurer la durée τ de dix oscillations effectuées par le pendule en modifiant successivement sa longueur ℓ.

Leurs résultats expérimentaux sont consignés dans le tableau ci-dessous :

ℓ (en m)	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
τ(en s)	35,12	49,67	60,84	70,25	78,54

On donne :

Corps céleste	Saturne	Lune	Soleil
Masse (en kg)	$5{,}69 \times 10^{26}$	$7{,}34 \times 10^{22}$	2×10^{30}
Rayon (en km)	57500	1740	696000
Constante de gravitation universelle $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$			

Tâche : En exploitant les informations ci-dessus et à partir d'un raisonnement logique et cohérent, identifier le corps céleste en question.

grandprof.org